

УДК 539.433.2;620.178.38

І. Коноваленко, П. Марущак, В. Чернець, М. Чертков

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ЯМОК В'ЯЗКОГО ВІДРИВУ ПОВЕРХНІ РУЙНУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Нейронні мережі можуть бути застосовані як для виявлення різних видів пошкоджень, так і для розрахунку їх параметрів, з подальшим оцінюванням стану матеріалу. Проте побудова універсальної нейромережі потребує принципово іншого рівня складності моделі та великої кількості дослідних зразків, які представлятимуть поверхневі об'єкти різних видів. Про це свідчить значна кількість праць присвячених даній тематиці, автори яких зосереджені, переважно, на вирішенні конкретних проблем. Дану роботу присвячено розвитку нових, високоточних методів фрактодіагностування, зокрема лабораторного дослідження параметрів ямок в'язкого відриву на поверхні руйнування високоміцних титанових сплавів. Маючи сукупність параметрів, які описують геометрію окремих ямок та їх конгломератів, можна робити висновок про стан матеріалу, механізми його деформування і руйнування.

Таким чином, завдання розробки методу для автоматизованого дослідження ямок в'язкого відриву є надзвичайно важливим та актуальним.

Результати механічних експериментів при симетричному ударно-коливальному навантаженні виявили режими, за яких, в процесі імпульсного введення енергії в сплав ВТ23, значно покращуються пластичність сплавів, за повторного статичного розтягу. Утворені поверхні в'язкого відриву мають дуже складну морфологію, при якій менші ямки часто є складовою частиною поверхні більших ямок відриву. З точки зору інформативності аналізу поверхні саме більші ямки дозволяють зробити висновок про фізико-механічні властивості матеріалу. Тому основну увагу фокусували на виявленні ямок саме цього типу.

Дане дослідження є продовженням дослідження поверхні в'язкого відриву титанового сплаву ВТ23, яке дозволило не лише виявити наявність на зображенні об'єктів (ямок), але й мати можливість після цього розрахувати їх параметри. Доведено, що такі параметри ямок в'язкого відриву, як їх кількість на одиницю площі, розмір, еквівалентний діаметр, візуальна глибина, орієнтація тощо тісно пов'язані з фізико-механічними властивостями матеріалу. Розроблено нейромережу, яка із високою точністю розпізнає форму ямок в'язкого відриву. За експертною оцінкою фахівців, результат розпізнавання може бути використаний для подальшого аналізу фізико-механічних властивостей матеріалу. Зокрема, на основі результату нашої моделі легко обчислити площу ямок, їх кількість, еквівалентний діаметр, візуальну глибину, нахил тощо. Маючи значення цих параметрів для всієї сукупності ямок поверхні, проведено їх статистичний аналіз та обґрунтовано зростання пластичності титанового сплаву за оптимальних режимів динамічного нерівноважного процесу.

В даній роботі одержано нові фрактографічні результати, які доповнюють дані проф. М.Г. Чаусова щодо зміни вихідних механічних властивостей двофазного високоміцного титанового сплаву ВТ23 ($\sigma_{\geq 1150}$ МПа, $\delta = 15\%$), які виникають за статичного деформування після ударно-коливального навантажування.

Література

1. Konovalenko, I.; Maruschak, P.; Prentkovskis, O. Automated method for fractographic analysis of shape and size of dimples on fracture surface of high-strength titanium alloys. *Metals* 2018, 8, 161; doi:10.3390/met8030161